

УДК 621.565

## ДИАГНОСТИЧЕСКИЙ УЧЕБНО-ТРЕНИРОВОЧНЫЙ МОДУЛЬ РЕМОНТНИКА ХОЛОДИЛЬНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Сапожников Ф.Д., к.т.н.,

Назаров Ф.И.,

Якубовский А.А.,

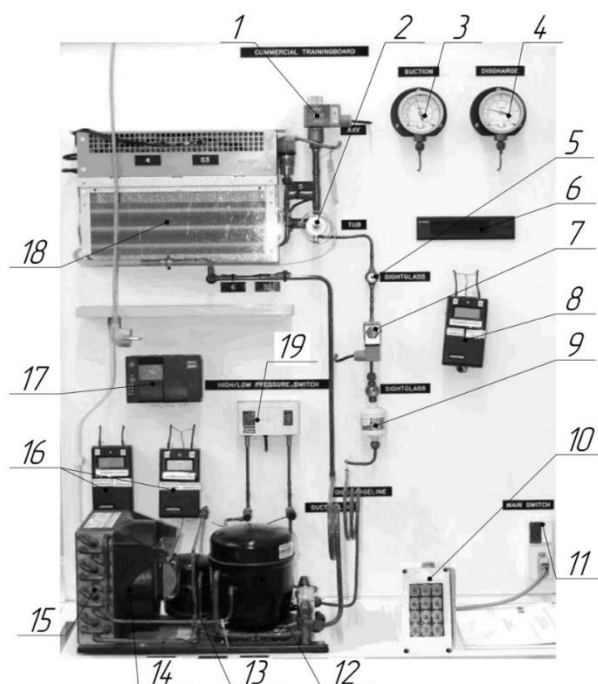
УО «БГАТУ», г. Минск, Республика Беларусь

**Постановка проблемы.** Агропромышленный комплекс республики располагает большим разнообразием высокотехнологичных молокоохладительных установок на молочно-товарных фермах. Для поддержания работоспособности холодильного оборудования его постоянно проверяют и в полном объеме проводят операции технического обслуживания. Изменение акцентов в изучении передовых технологий и технологических средств диагностики холодильных установок влечет за собой увеличение веса интегрированных знаний, основанных на обобщении теоретических исследований и опыта эксплуатации промышленного оборудования [1].

Важной особенностью, например, диагностики технического состояния холодильных установок является возможность сопоставления отдельных процессов между собой без нахождения всех параметров действительного цикла. Параметры режима работы характеризуют величины давлений и температур. Одной из проблем в работе ремонтно-обслуживающего персонала является то, что они не могут наблюдать процессов, происходящих внутри трубопроводов. Измерение давления требует проникновения внутрь холодильного контура, а измерение температуры характеризуется определенными значениями перепадов температур между средами в теплообменных аппаратах, температурами перегрева пара на всасывании в компрессор и нагнетания. При устранении неисправностей рекомендуется, прежде всего, обращать внимание на рабочие значения температур (а не давлений), поскольку они не зависят от вида используемого хладагента. Оценка технического состояния холодильной установки по температурному критерию упрощает процесс диагностики холодильного контура, заправленного новыми озонобезопасными видами хладагентов [2].

Целью работы является совершенствование методологии и технических средств диагностики в условиях параметрических и внешних отказов молокоохладительных установок при подготовке ремонтников.

**Основные материалы исследования.** Исследование различного типа неполадок в холодильных установках и сравнение режимов работы узлов одинакового функционального назначения производится на базе учебного модуля. Учебный модуль (рис. 1) сконструирован как обычное охлаждающее устройство. Он представляет собой систему, моделирующую более 50 возможных неполадок молокоохладительных установок, холодильных камер и воздухоохладителей. Источник питания модуля электрический ток напряжением 220 В и частотой 50 Гц. Модуль укомплектован двумя типами терморегулирующих вентилей: электронный и термостатический.



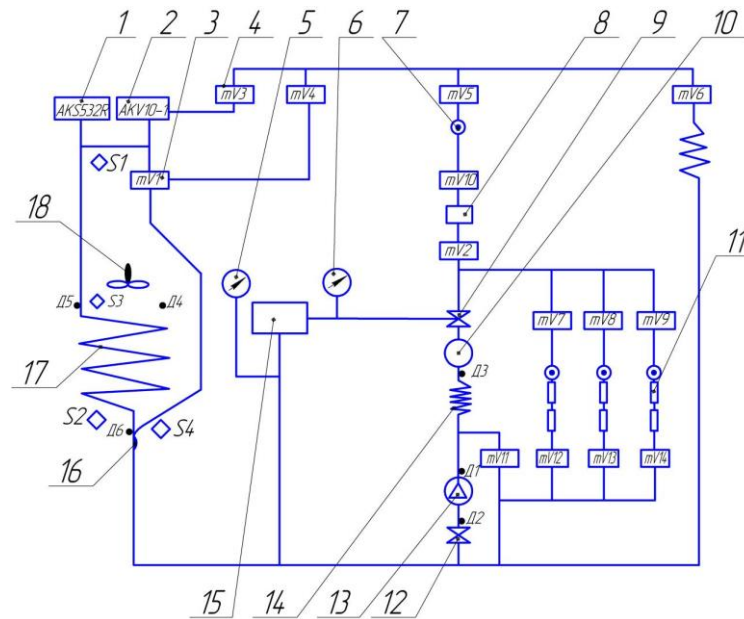
**Рис. 1. Диагностический учебно-тренировочный модуль:**

1 – электронный ТРВ; 2 – термостатический ТРВ; 3 – манометр давления всасывания; 4 – манометр давления нагнетания; 5 – смотровой глазок; 6 – монитор; 7 – электромагнитный вентиль; 8, 16 – электронные термометры; 9 – фильтр; 10 – пульт; 11 – кнопка включения стенда; 12 – компрессор; 13 – ресивер; 14 – вентилятор; 15 – конденсатор; 17 – блок управления; 18 – испаритель; 19 – реле давления

В состав модуля входят конденсатор, компрессор, испаритель, реле давления. Манометр низкого давления измеряет давление всасывания от 1 до 12 бар, а манометр высокого давления 5 – давление нагнетания от 1 до 25 бар. На передней стенка модуля также расположены фильтровый дегидратор, монитор, три цифровых термометра, и электронная система контроля АКС72А.

Датчики (рис. 2): Д1, Д2 – измеряют температуру паров хладагента соответственно на выходе и входе в компрессор; Д3, Д4 – температуру трубопровода на выходе из конденсатора и температуру охлаждающего

воздуха, выходящего из испарителя соответственно; Д5, Д6 – температуру трубопроводов соответственно на входе и выходе из испарителя.



**Рис. 2. Принципиальная схема модуля:**

1 – электронный вентиль; 2 – терморегулирующий вентиль; 3, 4 – электромагнитный вентиль; 5 – манометр давления всасывания; 6 – манометр давления нагнетания; 7 – смотровой глазок; 8 – фильтр; 9 – вентиль нагнетательный; 10 – ресивер; 11 – расширитель; 12 – вентиль всасывающий; 13 – компрессор; 14 – конденсатор; 15 – реле давления; 16 – термобаллон; 17 – испаритель; 18 – вентилятор; Д1 – Д6 – датчики; S1 – S4 – сенсоры

Электронная система контроля АКС72А (рис. 1, поз. 17) настраивает и контролирует работу электронного – расширительного вентиля (рис. 4). Работа электронного вентиля контролируется 3-мя сенсорными датчиками. Сенсор (рис. 2) S1 и S2 – измеряют температуру соответственно перед испарителем (за выпускным вентилем) и после испарителя. Сенсор S3 – измеряет температуру окружающего воздуха. Основным элементом электронной системы контроля является блок управления.

Электронно-расширительный вентиль АКВ 10 (рис. 3) представляет собой расширительные клапаны с электрическим управлением для применения в холодильных установках. Они регулируют поступление жидкого хладагента в испарители. Для управления работой клапанов АКВ используется контроллер АКС72А, подающие электрический сигнал на открытие/закрытие клапана. Впрыск контролируется перегревом хладагента.

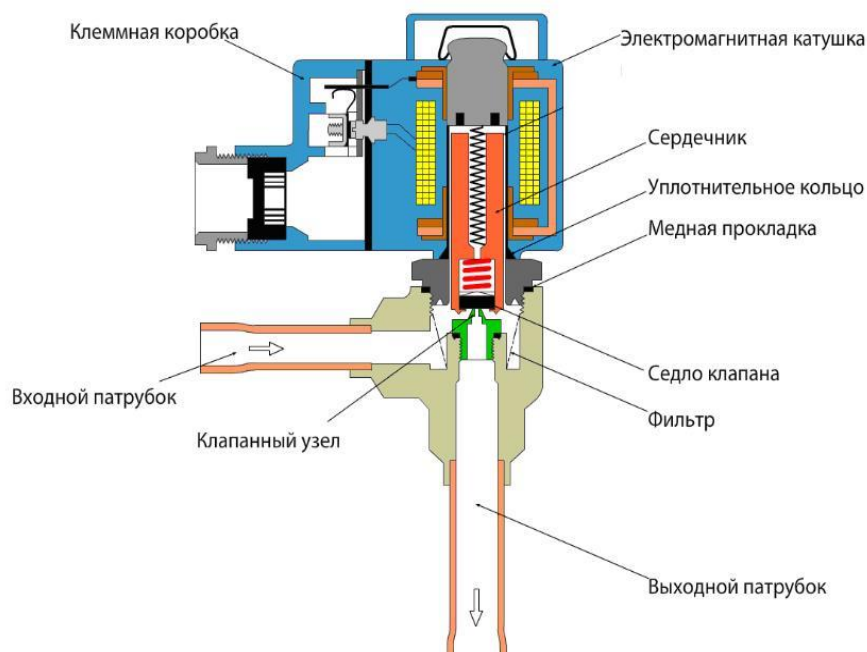


Рис. 3. Электронно-расширительный вентиль AKV 10

Возможные типы неисправностей вызываются кодами (табл. 1).

Таблица 1

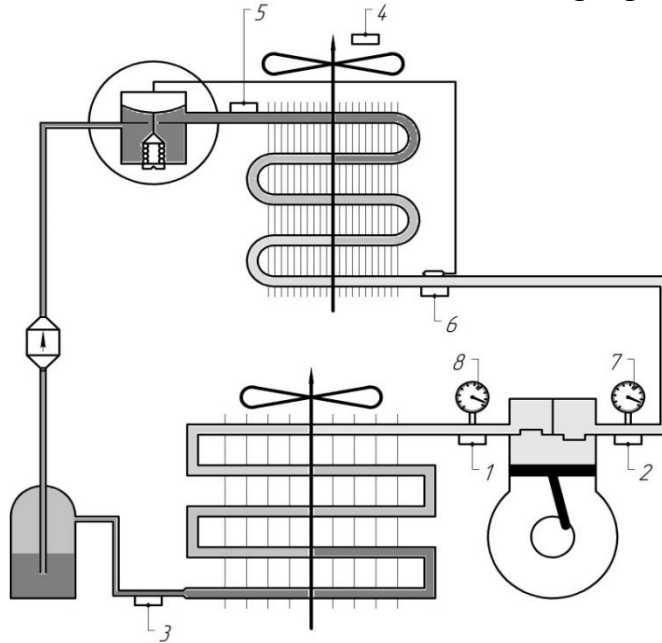
#### Типы основных неисправностей

Код ввода	Неисправности холодильной установки	Код выход
30	Вентилятор в конденсаторе не работает	50
31	Вентилятор в радиаторе не работает	51
32	Засорился дегидратор	52
35	Заблокирован фильтр в выпускном вентиле	55
38	Перепополнение	58
40	Малая утечка	60
41	Крупная утечка	61
47	Поломка реле	67

Неисправности определяются по температурным и параметрическим показателям. Схема установки датчиков на холодильной установке представлена на рисунке 4.

После модулирования неисправности учебный модуль приводится в исходное положение набором соответствующих кодов выхода на пульте 10 (рис. 1). Возможно, также моделирование нескольких неисправностей одновременно. Нехватка хладагента в испарителе, например, всегда вызывает рост перегрева, а нехватка хладагента в

конденсаторе – снижение переохладения. Если в холодильном контуре загрязнен испаритель, то это единственная неисправность, при которой одновременно с аномальным падением давления испарения реализуется нормальный или слегка пониженный перегрев.



**Рис. 4. Схема установки датчиков на холодильной установке**

Датчики температуры: 1 – выход хладагента из компрессора; 2 – вход хладагента в компрессор; 3 – выход хладагента из конденсатора; 4 – воздух, выходящий из испарителя; 5 – вход хладагента в испаритель; 6 – выход хладагента из испарителя; 7 – манометр всасывания; 8 – манометр нагнетания

Если в холодильном контуре слабый компрессор, то это вызывает аномальный роста давления испарения при нормальном или даже несколько заниженном давлении конденсации и недостаточной хладопроизводительности. Хорошее переохладение означает либо чрезмерную заправку, либо наличие в хладагенте неконденсирующихся примесей. Если в холодильном контуре слабый конденсатор, то это единственная неисправность, при которой одновременно растет давление конденсации и ухудшается переохладение.

**Выводы.** Применение данной инновационной технологии способствует формированию базовых компетенций у специалистов по технической эксплуатации молокоохладительных установок.

#### **Список литературы**

1. Китун, А.В., Передня В.И., Романюк Н.Н. Машины и оборудование в животноводстве: учеб. пособие. Минск: БГАТУ, 2019. 504 с.
2. Технический сервис машин и оборудования в животноводстве: учебное пособие / В.П. Миклуш, [и др.]; под. ред. В. П. Миклуша. Минск: БГАТУ, 2013. 448 с.